

**ENSAYO DE RESISTENCIA Y MODELADO DE UN PUNTO DE ANCLAJE DEL  
CINTURÓN DE SEGURIDAD UTILIZADO EN VEHÍCULOS DE SISTEMA MASIVO**

**ING. RAFAEL ALBERTO LOPEZ GUARNIZO**

**FELIPE LONDOÑO TAPASCO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
PEREIRA, RISARALDA  
Diciembre de 2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primera instancia al Ingeniero Rafael Alberto López Guarnizo, por sus consejos académicos, orientación y constante apoyo para llevar a cabo nuestro trabajo de grado, así mismo a la empresa Busscar de Colombia SAS por abrirme sus puertas para poder culminar este proceso académico.

Y por último a la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira, por la formación académica brindada durante el transcurso de mi carrera.

## **RESUMEN**

El trabajo titulado “Ensayo de resistencia y modelado de un punto de anclaje del cinturón de seguridad utilizado en vehículos de sistema masivo” es un estudio enfocado en documentar los requisitos necesarios para que la empresa Busscar de Colombia SAS pueda demostrar ante el ministerio de transporte de Colombia que se cumplen con las normas exigidas.

Toda la información correspondiente se obtuvo por medio de ensayos, pruebas y simulaciones, los cuales permitieron obtener la información necesaria para llevar a cabo la documentación la cual está compuesta por procedimientos y evidencias.

## **ABSTRACT**

The work entitled "Resistance test and modeling of a seat belt anchor point used in massive system vehicles" is a study focused on documenting the necessary requirements so that the company Busscar de Colombia SAS can demonstrate to the Ministry of Transportation of Colombia that meet the required standards.

All the corresponding information was obtained through trials, tests and simulations, which allowed obtaining the necessary information to carry out the documentation which is composed of procedures and evidence.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto busca garantizar que los puntos de anclaje del cinturón de seguridad que ofrece el nuevo proveedor a la empresa BUSSCAR DE COLOMBIA S.A.S. cumplan con las normas establecidas por el ministerio de transporte, garantice la seguridad del conductor del vehículo y también sea más económico para la empresa. Inicialmente se deberá obtener la regulación ECE R14, ya que en esta se explica el debido procedimiento a realizar para medir la resistencia de los puntos de anclaje. Seguido a esto, se seleccionara uno de los vehículos que se encuentran en la zona de ensamblaje de la empresa para realizar el ensayo.

Posteriormente, se realizará el montaje y la instalación del equipo para el ensayo según lo dicta la regulación. Luego, se aplicará la carga estática de 4500 N en el punto de anclaje directamente, esta carga estará aplicada solo por varios segundos. Al retirar la carga, se deberá analizar el comportamiento del anclaje y se hará un comparativo del esfuerzo con la deformación que sufre en el experimento con el diagrama Esfuerzo-Deformación que tiene como propiedad el material.

Para analizar a fondo cuales son las deformaciones, desplazamiento lineal y factor de seguridad, se hará el modelado del anclaje y se realizará una simulación en el programa SolidWorks con la herramienta Flow simulation.

Para finalizar, siguiendo los criterios establecidos en la regulación, se determinará si el nuevo anclaje pasará la prueba. Se realizará un informe detallado, en el cual se describirá y mostrará de manera detallada uno a uno los pasos correspondientes hechos durante el proceso. Adicional a esto, se darán unas conclusiones y recomendaciones que se deben tener en cuenta referentes al anclaje y cinturón de seguridad.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>7</b>
1.1. Definición del problema.....	7
1.2. Justificación.....	7
1.3. Objetivo general.....	8
1.4 Objetivos específicos.....	8
<b>CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>9</b>
2.1 Marco de antecedentes.....	9
2.2 Marco teórico.....	10
2.3 Marco Conceptual.....	12
2.4 Marco Espacial.....	12
<b>CAPÍTULO 3: DETERMINAR EL ENSAYO.....</b>	<b>13</b>
3.1. Obtener la regulación ECE R14.....	13
3.2. Estudiar las características y especificaciones expuestas en la regulación.....	13
<b>CAPÍTULO 4: PLANIFICAR LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.....</b>	<b>15</b>
4.1 Definir los parámetros para la prueba física.....	15
4.2 Definir los parámetros para la prueba simulada.....	17
<b>CAPÍTULO 5: REALIZACION DE LA PRUEBA FÍSICA.....</b>	<b>18</b>
5.1 Coordinar y hacer la prueba.....	18
<b>CAPÍTULO 6: REALIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN.....</b>	<b>21</b>
6.1 Hacer la simulación.....	21
<b>CAPÍTULO 7: RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
7.1 Resultados obtenidos en la prueba física y en la simulación.....	24
7.2 Consolidar informe técnico.....	26
<b>CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>28</b>

## **CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Definición del problema**

Actualmente, la empresa BUSSCAR de Colombia S.A.S. cuenta con un proveedor con el cual se adquieren los soportes para el cinturón de seguridad que se utilizan en el asiento del conductor de los vehículos, últimamente se ha encontrado otro proveedor que ofrece el mismo producto pero a un precio más económico respecto al anterior.

Se necesita saber si el nuevo proveedor es confiable, para eso se deben realizar los ensayos pertinentes a estos soportes, estos ensayos se deben realizar según lo dicte su debida regulación. La regulación es necesaria ya que es la que dicta la seguridad de los vehículos comerciales, reduce accidentes graves y determina las mínimas condiciones técnicas para la manufactura de vehículos. La ECE R14, es la regulación encargada de especificar qué tipo de ensayo se debe realizar a los cinturones de seguridad.

Se tiene que garantizar que aunque sean más baratos, los soportes que ofrece el nuevo proveedor también brinden toda la seguridad necesaria para los conductores en caso de un inconveniente o accidente que se presente.

### **1.2. Justificación**

La seguridad de las personas es uno de los asuntos más importantes a la hora del diseño de un vehículo. La estructura juega un papel importante, ya que esta debe mantener la integridad del vehículo a la hora de un accidente y proteger al mismo tiempo a los ocupantes. De la misma manera, las sillas de los pasajeros son un factor crucial debido a la comodidad y seguridad que proveen a los ocupantes mientras se transportan. El cinturón es el elemento más importante para la seguridad pasiva porque es el freno del cuerpo en caso de impacto. A pesar de lo que puede parecer, el cinturón no sirve para que los pasajeros no se muevan en caso de choque, sino para que amortigüen su des aceleración. Se podría decir que, en cierto modo, el cinturón actúa como un paracaídas. [1] Se es 10 veces más propenso a morir en un accidente automovilístico al no usar el cinturón de seguridad, de allí a la importancia de usarlo al momento de transportarse.

Cuando se trata de buses, busetas y otros medios de transporte masivo, el transporte de pasajeros es muy seguro. Cuando se compara con otros tipos de transporte demuestra un nivel de seguridad más alto, de hecho, mucho más alto comparado con el de los vehículos personales. A pesar de tener un alto nivel de seguridad, cuando estos vehículos se ven envueltos en un accidente grave, el número de afectados es muchísimo mayor debido al número de ocupantes que este lleva.

En el diseño, se debe asegurar que el cinturón de seguridad protegerá de manera adecuada a la persona que lo utilice, por eso se deben realizar las pruebas y ensayos para garantizar que esto sea posible. El ensayo ECE R14 es una prueba que mide la resistencia de los puntos de anclaje del cinturón de seguridad. Dependiendo de la

posición del vehículo, algunos asientos poseen tres puntos de anclaje (En el caso de asiento del conductor) y algunos cuentan con solo dos. Para garantizar la resistencia de los anclajes del sistema de cinturón de seguridad, estos deben resistir una carga estática definida. Después de aplicadas las cargas, se espera que los anclajes mantengan su integridad, si es así, se demostrara que cumple con los requisitos para garantizar la seguridad del conductor en caso de que ocurra un accidente imprevisto.

### **1.3. Objetivo general**

Definir mediante los ensayos y métodos que se describen en la regulación actual que los soportes para el cinturón de seguridad utilizados en vehículos de transporte masivo que ofrece un nuevo proveedor a la empresa BUSSCAR DE COLOMBIA S.A.S. cumplan con los requisitos establecidos por el ministerio de transporte.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Establecer el ensayo a realizar de acuerdo a la regulación ECE R14.
- Planificar la realización de las pruebas correspondientes
- Realizar la prueba física
- Realizar un modelado y simulación en SolidWorks
- Determinar si el nuevo anclaje cumple con las especificaciones de la regulación y es adecuado para el uso en los vehículos.



## CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL

### 2.1 Marco de antecedentes

A continuación se mencionan algunos trabajos e investigaciones relacionados con los ensayos estipulados en la regulación ECE N°14:

**Título:** SIMULATION AND VALIDATION OF AUTOMOTIVE SEAT USING THE REGULATION FMVSS 207/210

**Autor:** AMAR VATAMBE

**Objetivo general:** El propósito de este estudio es hacer una intentar comprender fundamentalmente el diseño de asientos, que cumple con los requisitos según FMVSS 207/210 En general, la resistencia del asiento debe ser buena lo suficiente para poder sostener al pasajero en su lugar y evitar lesiones a los ocupantes en el coche. El estudio tiene como objetivo comprender y identificar la resistencia del asiento para un asiento elegido configuración. Basado en los resultados iniciales posibles recomendaciones en términos de material y diseño es luego sugirió mejorar aún más la fuerza de el asiento, el cinturón de seguridad y cualquier componente asociado o componentes de acuerdo con FMVSS 207/210 requisitos.

**Metodología:**Para el propósito, el modelo de asiento del conductor se toma de la web del Centro Nacional de Análisis de Accidentes (NCAC) y se modela y analizados utilizando los programas Hypermesh y LS-Dyna respectivamente según las recomendaciones de los estándares. En los resultados de la línea de base se observa que la energía absorbida por los diferentes componentes del asiento es menor mientras que el peso del asiento es más. Se hace un esfuerzo para superar el peso del asiento sin comprometer la resistencia del asiento, empleando acero de alta resistencia y aluminio. Los resultados muestran que el aluminio es una buena opción para reemplazar el acero general para los componentes clave del diseño y la construcción del asiento del conductor para garantizar la seguridad de los ocupantes.

**Conclusiones:**La energía cinética del acero general y el aluminio es similar en magnitud y la cinética La energía del acero de alta resistencia es ligeramente menor en magnitud. Esto muestra que la energía de impacto aplicado en el asiento para la prueba es ligeramente superior para acero y aluminio en general en comparación con eso aplicado sobre acero de alta resistencia. Energía interna de el acero general y el aluminio son casi iguales en comparación con el acero de alta resistencia, el análisis Los resultados indican que la energía interna absorbida por el modelo de asiento utilizando el acero de alta resistencia como el el material es más comparado con el modelo de asiento usando Material general de acero y aluminio. El cuerpo Los bloques representan la parte del pecho humano (hombro bloqueo) y la región pélvica (bloqueo del regazo). Por lo tanto, la Los bloques corporales juegan un papel importante en la transformación la carga aplicada externamente a los diferentes componentes de la estructura del asiento.

**Título:** Seat Belt Anchorage Analysis - ECE R14

**Autor:** Hessenberger Klau

**Objetivo general:** El sistema de cinturón de seguridad debe estar lo suficientemente seguro en caso de impacto del vehículo. Para garantizar su correcto funcionamiento, las cargas de prueba estáticas que representen el impacto del vehículo y los anclajes del cinturón deben resistir. La prueba ECE R14 es una de las pruebas que aseguran una resistencia suficiente de todos los puntos de anclaje.

**Metodología:** En estas pruebas, se aplican fuerzas elevadas a los dispositivos de sobrecarga de los cinturones de seguridad. Todos los componentes de los sistemas, incluidos los asientos y los anclajes de los cinturones, deben resistir las cargas definidas sin sufrir daños. El dispositivo de carga no está directamente atado a los cinturones de seguridad o los asientos, por lo que puede ocurrir contacto y deslizamiento. El asiento, el cinturón de seguridad, el anclaje del asiento y la carga dispositivo forman un sistema cinemático complejo y su configuración bajo carga determina la carga aplicada a los puntos de anclaje. Por lo tanto, una FEA correcta. El modelado es esencial para obtener resultados computacionales significativos y precisos.

**Conclusiones:** Los resultados de deformación efectivos dados por midas NFX fueron útiles para Determinar las partes más vulnerables de la estructura BIW como el Pilar A superior derecha, donde apareció el pandeo de la estructura. Midas NFX ayudó al ingenieros para obtener un modelado y simulación más rápidos para el anclaje del cinturón de seguridad sistemas.

## 2.2 Marco teórico

Con el fin de reconstruir las relaciones de los países europeos tras el termino de la guerra fría, se creo La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) la cual pertenece a una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas administradas por el Consejo Económico y Social (ECOSOC) , gracias al foro de la CEPE un total de 56 países se reunieron para forjar las herramientas de su cooperación económica.

Una de las cooperaciones de la CEPE se refiere al transporte, de allí se deriva El Comité de Transportes Interiores (CTI), el cual se enfoca en el movimiento internacional de personas y mercancías en la modalidad de transporte interiores, el cual tiene como objetivo principal mejorar la competitividad, la seguridad, la eficiencia energética y la protección del sector del transporte, este comité cuenta con un centro de normas y acuerdos multilaterales sobre el transporte en Europa y en demás países. (FORO MUNDIAL PARA LA ARMONIZACIÓN DE LA REGLAMENTACIÓN SOBRE VEHÍCULOS, 2012).

La regulación ECE N° 14 es una de las que se establecen en la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), la cual dicta las medidas que deben cumplir los anclajes del cinturón de seguridad del conductor de vehículos de transporte masivo.

La regulación ECE N 14 (2015) plantea:

- A) Los vehículos de las categorías M y N (1) en lo referente a los anclajes de los cinturones de seguridad destinados a los ocupantes adultos de los asientos, orientados en el sentido de la marcha, en sentido contrario a la marcha u orientados hacia un lado;
- b los vehículos de las categorías M1 en lo referente a los sistemas de anclajes ISOFIX y los anclajes superiores ISOFIX destinados a sistemas de retención infantil. Los vehículos de otras categorías que estén equipados con anclajes ISOFIX también deben cumplir lo dispuesto en el presente Reglamento;
- c) los vehículos de todas las categorías con respecto a las plazas de asiento i-Size, si el fabricante del vehículo ha previsto alguna.” (p. 2)

### **Cinturones de seguridad**

El cinturón de seguridad hace parte de la seguridad pasiva del vehículo, este actúa como un freno del cuerpo en caso de que se sufra un impacto. Un cinturón de seguridad optimo y que sea usado de manera correcta disminuye el 90% del riesgo de fallecimiento y heridas graves cuando se tiene un impacto frontal, en el caso de choque trasero se reduce un 50% el riesgo de fallecimiento.

Las partes básicas del cinturón de seguridad esta formado por lo siguientes sistemas:

- El sistema de bloqueo angular: impide que salga la cinta cuando excede un determinado valor.
- El sistema de bloqueo por sensibilidad de cinta: Este mecanismo impide la salida de cinta cuando el ocupante se mueve bruscamente hacia delante.
- El sistema limitador de carga: Permite que la cinta salga entre 5 y 7 centímetros cuando la fuerza sobre el pecho o pelvis ha alcanzado una cierta presión.

### **Metodo de elementos finitos**

El método de elementos finitos es utilizado para la soluciones de ecuaciones diferenciales complejas, en donde por medio de una malla de puntos ó nodos se describe el comportamiento de un cuerpo con una geometría complicada a través de un sistema de ecuaciones lineales y el número de ecuaciones dependerá del número de dichos nodos.

Es muy usado debido a su generalidad y a la facilidad de introducir dominios de cálculo complejos (en dos o tres dimensiones). Además el método es fácilmente adaptable a problemas de transmisión de calor, de mecánica de fluidos para calcular campos de velocidades y presiones (mecánica de fluidos computacional, CFD) o de campo electromagnético.

## 2.3 Marco Conceptual

**Anclajes:** Las partes de la estructura del vehículo o del asiento o de cualquier otra parte del vehículo a las cuales se deban sujetar los cinturones de seguridad.

**Anclaje efectivo:** el punto utilizado para determinar convencionalmente el ángulo de cada parte del cinturón de seguridad con respecto al usuario, es decir, el punto donde una correa debería sujetarse para obtener la misma posición prevista para cuando se use el cinturón, y que podrá ser o no el anclaje real, según la configuración del cinturón y la forma en que esté fijado a dicho punto.

**Sistema de bloqueo:** un dispositivo destinado a mantener inmóvil el asiento y sus partes en cualquier posición de uso y que incluya mecanismos para el bloqueo del respaldo con respecto al asiento y del asiento con respecto al vehículo.

**Asiento:** una estructura que puede ser parte integrante de la estructura del vehículo, recubierta con tapicería y proyectada para acomodar a una persona adulta. El término engloba tanto un asiento individual como una parte de un asiento corrido diseñada para que se siente una persona. Anclaje del asiento: el sistema de fijación del conjunto del asiento a la estructura del vehículo, con inclusión de las partes afectadas de dicha estructura.

**Cinturón de seguridad:** un cinto es un arnés diseñado para sujetar y mantener en su asiento a un ocupante de un vehículo si ocurre un accidente.

## 2.4 Marco Espacial

Para esta investigación se realiza un proceso de análisis al anclaje del cinturón de seguridad que se aplica actualmente a los vehículos de transporte urbano en la empresa BUSSCAR DE COLOMBIA ubicada en la ciudad de Pereira, Risaralda, la cual se dedica a la fabricación de carrocerías para el transporte de pasajeros.

## **CAPÍTULO 3: DETERMINAR EL ENSAYO**

### **3.1. Obtener la regulación ECE R14**

La regulación es necesaria ya que es la que dicta la seguridad de los vehículos comerciales, reduce la posibilidad de accidentes graves y determina las mínimas condiciones técnicas para la manufactura de vehículos. La ECE R14, es la regulación encargada de especificar qué tipo de ensayo se debe realizar a los anclajes de los cinturones de seguridad.

Por todo esto, se debe obtener dicha regulación que servirá como guía para realizar una correcta prueba que permita garantizar la funcionalidad y calidad de estos anclajes.

### **3.2. Estudiar las características y especificaciones expuestas en la regulación.**

La regulación ECE 14 consta de 55 páginas en las que se establece ámbito de aplicación, los parámetros para la homologación, especificaciones generales, tipos de ensayo entre otras consideraciones para los anclajes de los cinturones de seguridad.

En el numeral 6 del documento, se especifican los ensayos que se deben realizar para garantizar el correcto funcionamiento de los anclajes.

Algunos numerales de los ensayos a tomar en consideración son:

**6.1.1.1.** Los ensayos se podrán realizar en una estructura del vehículo o en un vehículo completamente terminado.

**6.3.3.** La aplicación completa de la carga deberá efectuarse en el tiempo más breve posible, y en un tiempo máximo de aplicación de la carga de 60 segundos. No obstante, el fabricante puede solicitar que la aplicación de la carga se consiga en 4 segundos. Los anclajes deberán resistir la carga especificada durante, por lo menos, 0,2 segundos.

En el numeral 6.3.5.1 se especifica como se debe realizar el ensayo para el anclaje en cuestión, que en este caso, va a ser de dos puntos de fijación.

#### **6.3.5.1. Asientos laterales delanteros:**

Los anclajes deberán someterse al ensayo que se establece en el punto 6.4.1, durante el cual la fuerza les será transmitida mediante un dispositivo que reproducirá la geometría de un cinturón de seguridad de tres provisto de retractor con polea de reenvío o de guía de correa en el anclaje superior. Además, en caso de que el número de anclajes sea superior al establecido en el punto 5.3, dichos anclajes deberán someterse al ensayo especificado en el punto 6.4.5, en el cual la

fuerza les será transmitida mediante un dispositivo que reproduzca la geometría del tipo de cinturón de seguridad destinado a fijarse en dichos anclajes.

Hay que considerar que el anclaje que se va a utilizar para la prueba tiene 2 puntos de fijación. La prueba puede realizarse de manera física o con ayuda de una simulación por elementos finitos, lo que se tiene planificado es realizarla de las dos maneras y comparar los resultados que se obtengan.

## CAPÍTULO 4: PLANIFICAR LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS

### 4.1 Definir los parámetros para la prueba física

Para realizar la prueba, se necesita simular las condiciones como el numeral 6.3.5.1. de la regulación lo indica. Para esto se deben seguir los siguientes pasos:

1. Obtener el anclaje del cinturón de seguridad.

El primer paso es solicitar a planeación, por medio de una requisición de materiales, la compra de una unidad del nuevo anclaje del cinturón de seguridad. Este anclaje solicitado servirá como probeta para la ejecución de las pruebas.



**Imagen 1.** Anclaje cinturón de seguridad. **Fuente:** Autor.

El material del anclaje es un acero AISI 1020, alguna de las propiedades de este acero son:

%C	%Si	%Mn	%P	%S
0.43	0.15	0.60	-	-
0.50	0.35	0.90	0.040	0.50

**Tabla 1.** Composición química (% en peso)<sup>[8]</sup>

Tipo de proceso y acabado	Resistencia a la tracción		Límite de Fluencia		Alargamiento en 2" (%)	Reducción de área (%)	Dureza (HB)	Relación de maquinabilidad EF =100%
	PSI	MPa	PSI	MPa				
Caliente y maquinado	58000	400	32000	220	25	50	116	70
Estirado en frío	64000	440	53600	370	15	40	126	

**Tabla 2.** Propiedades Mecánicas mínimas estimadas según SAE J1397<sup>[8]</sup>

Forjado	Normalizado	Recocido		Templado	Revenido	°T Crítica aprox.	
		Ablanda/.	Regeneración			Ac1	Ac3
1100-1250	870 - 900	850 – 890 Enfriar al aire	850 – 890 Enfriar en horno	Cementar 925	150 - 250	724	840

**Tabla 3.** Tratamientos Térmicos recomendados (Valores en °C)<sup>[8]</sup>

2. Buscar y seleccionar un vehículo que se encuentre disponible para realizar el Ensayo.

Para seleccionar el vehículo es necesario buscar la carrocería que utilizará los nuevos anclajes en caso de cumplir con la norma. Por esto, se seleccionara un vehículo de línea liviana.

OP	Chasis	Serie Chasis	Radio de acción	Carrocería	EP
EL8445	CHEVROLET NQR EU V 4475	9GCN1R904KB11666	NACIONAL	OPTIMUSS	EP-1417

**Tabla 4.** Vehículo en que se va a realizar la prueba. **Fuente:** Autor.



### 3. Concretar con el área de producción el día a realizar la prueba:

Al realizar cualquier tipo de prueba se debe tener en cuenta que no se debe interrumpir con la continuidad y tiempos fijados de la línea de producción. Debido a Esto, puede llegar a complicarse estipular un día en concreto y se debe llegar a un acuerdo con el respectivo supervisor para no afectar de manera crítica la producción.

### 4. Definir elementos a utilizar para la prueba:

En la prueba se van a utilizar,

- 1 unidad de anclaje del cinturón de seguridad.
- 1 Dinamómetro de 25 toneladas.
- 3 tornillos 7/16" de diámetro.
- 1 diferencial.
- 1 lámina de acero HR calibre 14 en L.

Todos estos elementos los provee la empresa.

## 4.2 Definir los parámetros para la prueba simulada

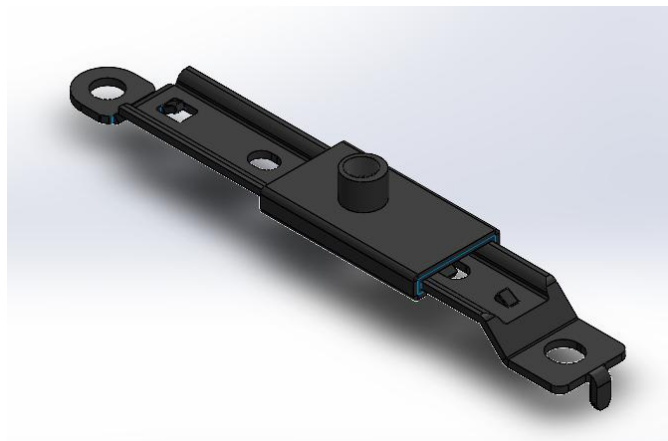
Para realizar la simulación, se necesita simular las condiciones como el numeral 6.3.5.1. de la regulación lo indica. Para esto se deben seguir los siguientes pasos:

### 1. Tomar las dimensiones del anclaje del cinturón de seguridad

Conn el anclaje previamente pedido y obtenido, se procede a tomar unas medidas generales que sirvan para el modelado de este.

### 2. Modelado del anclaje

Una vez tomadas las medidas, se puede empezar el modelado del anclaje con las herramientas que ofrece el porgrama Solid works. Por medio del croquis y la chapa metálica, se puede realizar el diseño de la pieza.



**Imagen 2.** Modelado del anclaje cinturón de seguridad. **Fuente:** Autor.

## CAPÍTULO 5: REALIZACION DE LA PRUEBA FÍSICA

### 5.1 Coordinar y hacer la prueba

Teniendo definido los parámetros que dicta la regulación y los elementos que se van a utilizar se procede a la ejecución de la prueba.

Se llevan los elementos hasta el puesto donde se encuentra el vehículo (Aún se encuentra en estructura sin forrados) y se instalan tal como lo dicta la regulación.

El anclaje está fijado en la parte superior del lateral izquierdo mediante un tornillo y una tuerca remachadora y en la parte inferior por un tornillo y un eje soldado.



**Imagen 3.** Anclaje cinturón de seguridad. **Fuente:** Autor.

Por medio de una lámina en L, se une el regulador del cinturón de seguridad con el dinamómetro. El diferencial hace que se reproduzca la geometría de la correa superior de torso de dicho cinturón de seguridad.



**Imagen 4.** Montaje del ensayo. **Fuente:** Autor.

El anclaje debe soportar una fuerza de  $450 \text{ daN} \pm 20$ , el dinamómetro está programado para medir peso (Kg) así que se deben llevar los 450 daN a unidades de Kg:

$$F = m \cdot g \rightarrow m = \frac{F}{g}$$

$$m = \frac{450 * 10 \text{ N}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

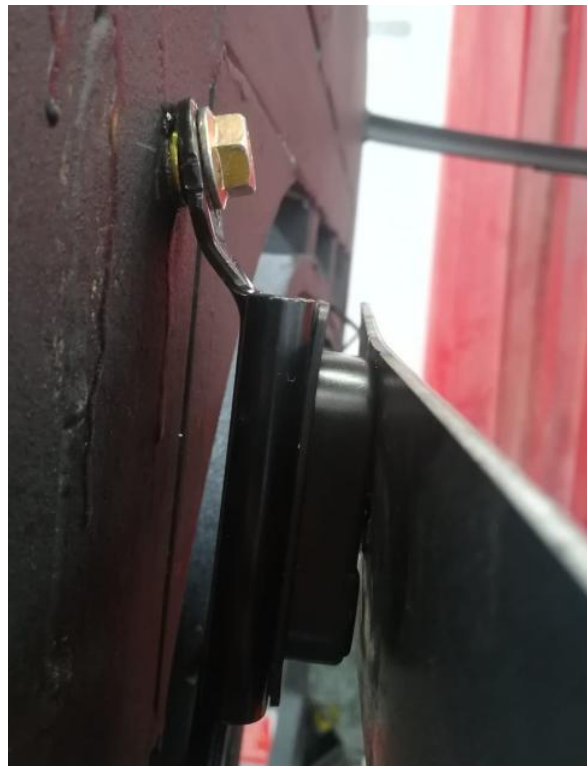
$$m = 458.7156 \text{ kg}$$

Con ayuda del diferencial, se somete el dispositivo a un peso aproximado de 459 Kg.



**Imagen 5.** Resultado del dinamómetro. **Fuente:** Autor.

Se debe mantener la fuerza aplicada por unos instantes y observar el comportamiento del anclaje:



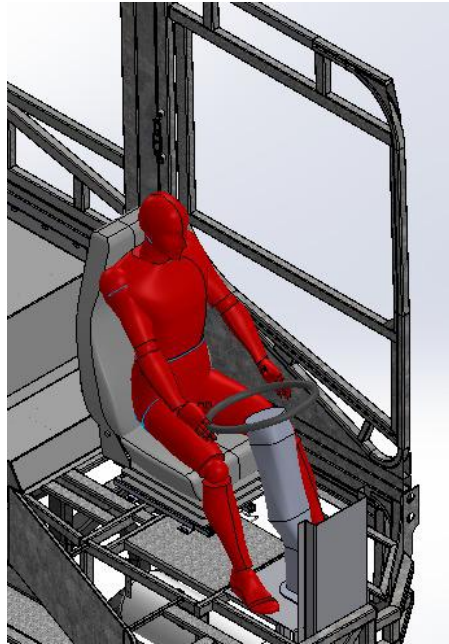
**Imagen 6.** Anclaje despues de aplicada la fuerza. **Fuente:** Autor

## CAPÍTULO 6: REALIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN

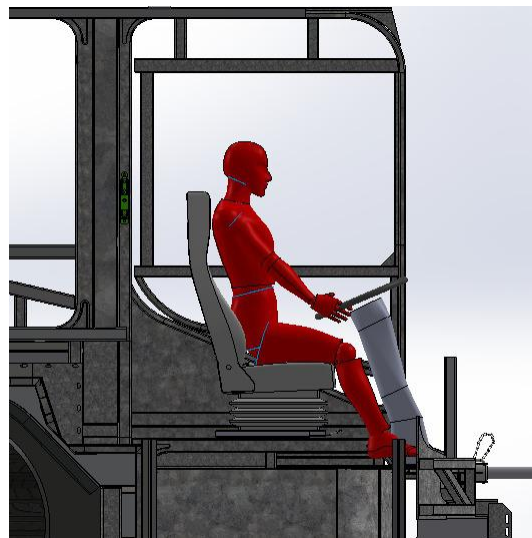
### 6.1 Hacer la simulación

Teniendo definido los parámetros que dicta la regulación y los elementos que se van a utilizar se procede a la ejecución de la simulación.

Despues de modelar el anclaje, se procede a armar el escenario 3D y se posicionaría tal como lo dicta la regulación.

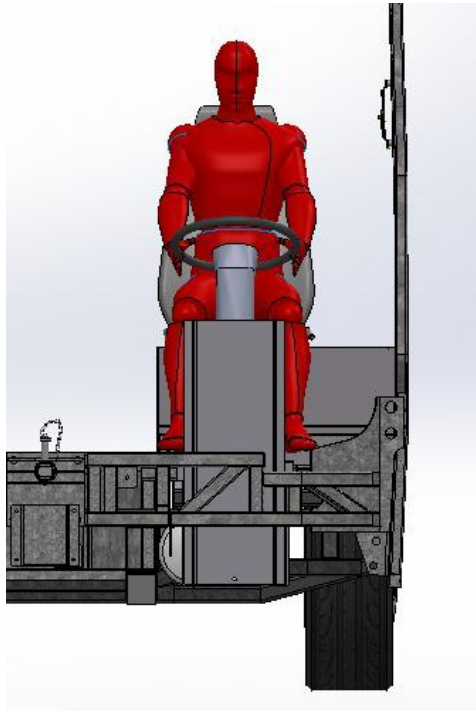


**Imagen 7.** Vista isométrica del escenario 3D. **Fuente:** Autor



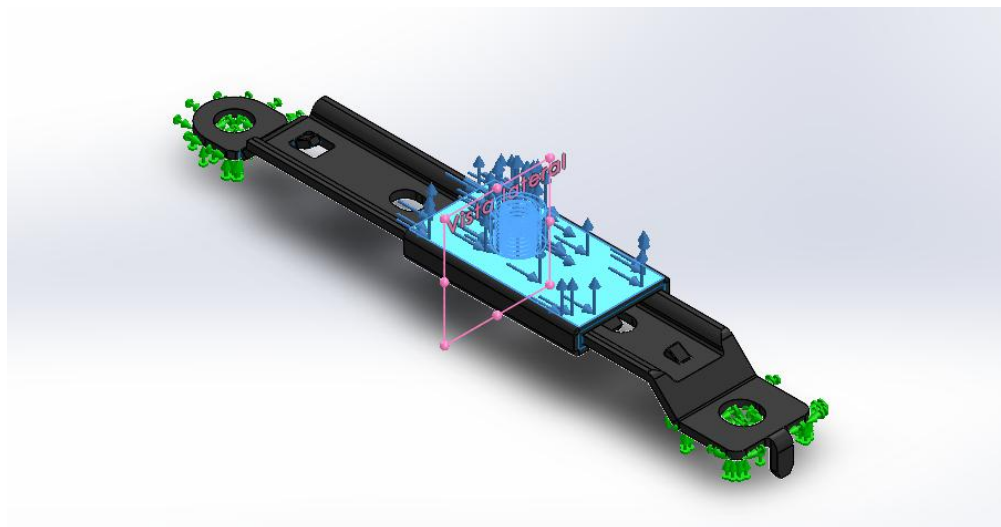
**Imagen 8.** Vista de alzado del escenario 3D. **Fuente:** Autor





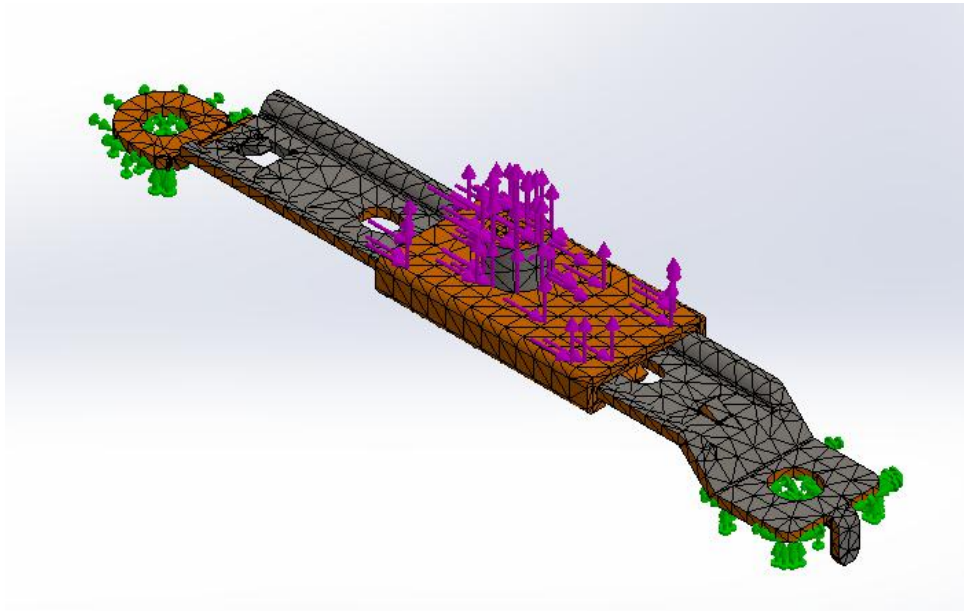
**Imagen 9.** Vista lateral del escenario 3D. **Fuente:** Autor

Una vez armado el escenario, se procede a aplicar la fuerza requerida (450 daN) en el punto del anclaje, esta fuerza está distribuida en 2 planos (X,Y):



**Imagen 10.** Aplicación de la fuerza en el anclaje **Fuente:** Autor

Posterior a esto, se realiza el mallado en la pieza:



**Imagen 11.** Mallado del anclaje **Fuente:** Autor

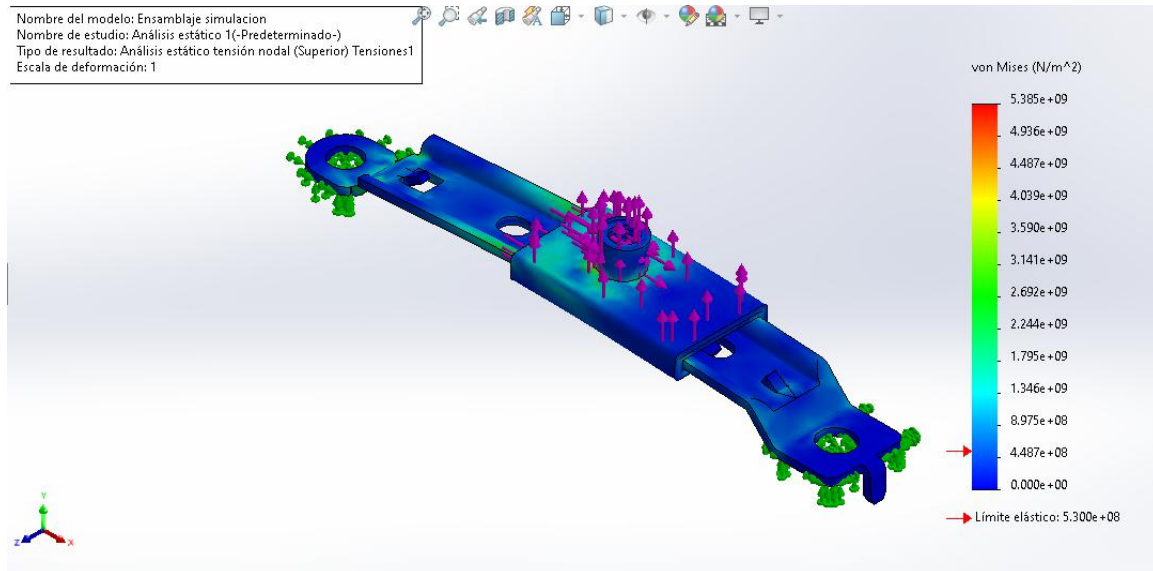
Despues de generar el mallado se ejecuta la simulación la cuál mostrará los esfuerzos (Von-Mises), la desformación unitaria y el desplazamiento.

## CAPÍTULO 7: RESULTADOS

### 7.1 Resultados obtenidos en la prueba física y en la simulación

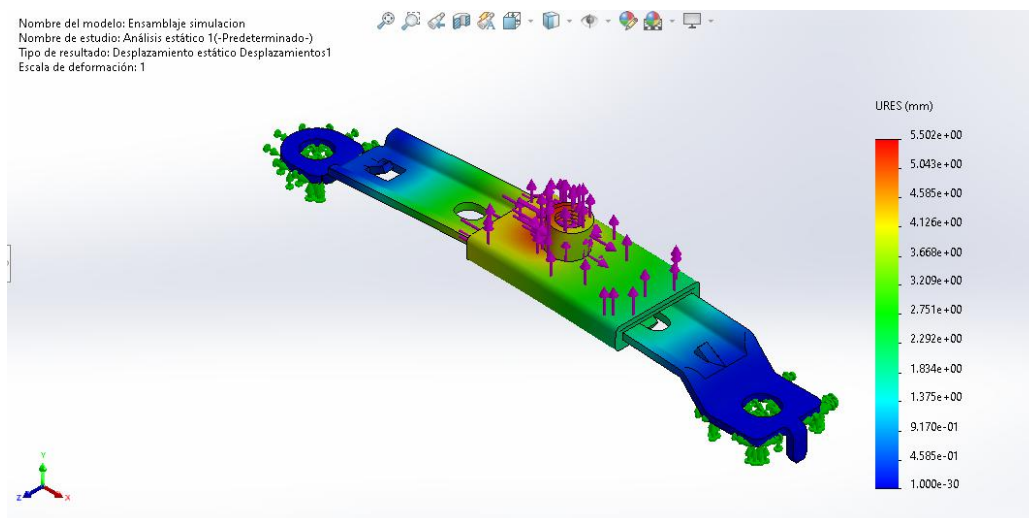
Por medio de la herramienta FLOW SIMULATIONS ,se ejecuta la simulación y dara (para este caso) los resultados de:

El esfuerzo Von-Mises,



**Imagen 12. Esfuerzo Von-Mises Fuente: Autor**

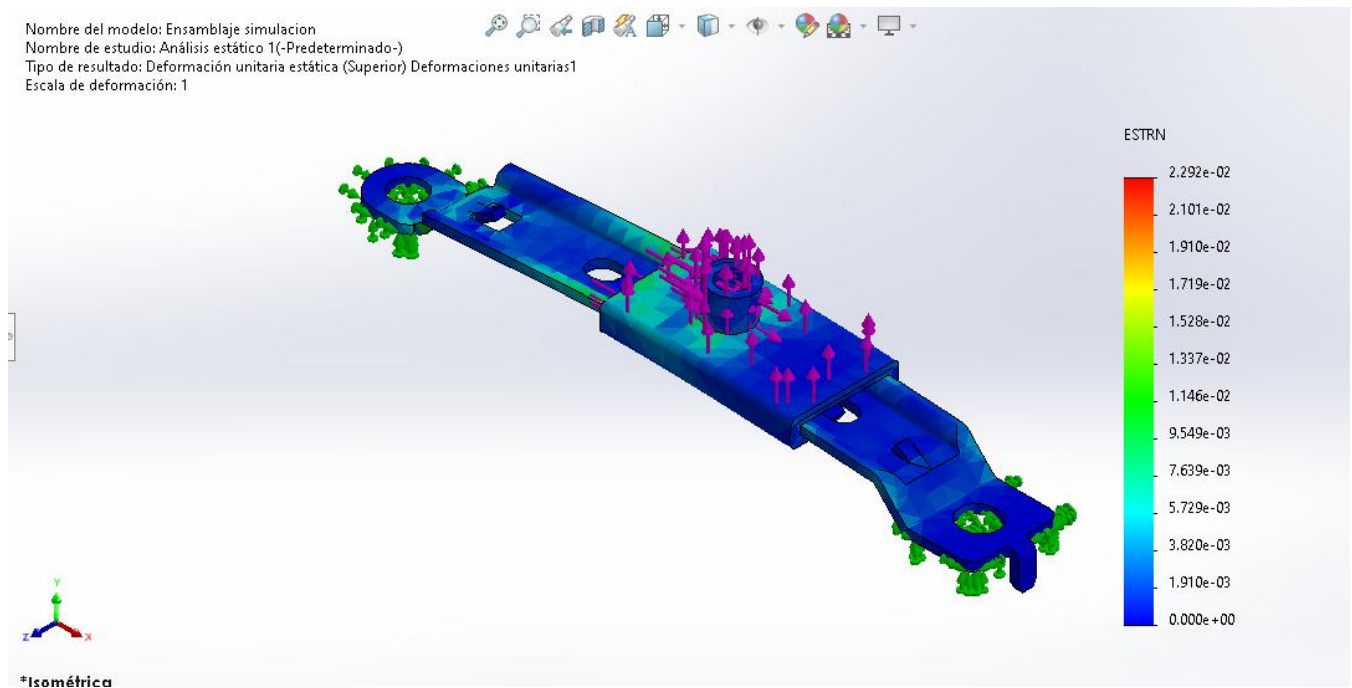
Desplazamientos,



**Imagen 13. Desplazamientos Fuente: Autor**



## Y deformación unitaria



**Imagen 14. Deformación unitaria Fuente: Autor**

Como se puede observar, el esfuerzo que mas se da en el anclaje es de  $5.385 \times 10^6$  Pa, el desplazamiento máximo es de 5.502 mm y la deformación unitaria es de  $2.292 \times 10^{-2}$  ESTRN.

Como se pudo observar que en la imagen 6 en la prueba física, en la anclaje no sufrió ningún tipo de ruptura al aplicar la fuerza estipulada en la regulación.

## **7.2 Consolidar informe técnico**

El informe técnico es una herramienta que nos permite mostrar ante el ministerio de transporte el cumplimiento de las normas estipuladas a la hora de fabricar carrocerías en la empresa Bussscar de Colombia. SAS.

### **Ver Anexo A**

El informe técnico N° 1127 tiene como propósito evidenciar que cada uno de los requisitos exigidos por la regulación ECE 14 se cumplan mediante la descripción documental.

### **CONTENIDO:**

1. Nombre.
2. Objetivo.
3. Exigencia 6.3.5.1
4. Procedimiento/Evidencia.
5. Conclusiones.

## **CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- El anclaje utilizado en la carrocería cumple con el objetivo y con las exigencias que se encuentran en la normatividad demostrando que el anclaje del regulador del cinturón de seguridad tienen las características exigidas.
- Tener en cuenta que no siempre se contarán con las condiciones óptimas de trabajo, por lo cual siempre se debe suponer casos casi extremos, así en caso de algún tipo de problema que pueda surgir como una pieza defectuosa ó una mala instalación de los elementos de trabajo.
- Se debe asegurar que el proveedor tenga los materiales y componentes tal como se requieren ya que si la creación de uno que no se encuentre dentro de los parámetros establecidos implicaría un gaste de tiempo y por lo tanto atrasos en la línea de producción esperando que llegue una nueva pieza que supla a la defectuosa.
- Cuando se vayan a hacer los cálculos respectivos buscar herramientas que faciliten, ahorren tiempo y me determinen de manera más confiable los parámetros que se necesitan para el desarrollo de selección y montaje de sistemas mecánicos, como lo son los programas de SolidWorks, Inventor, ANSYS y demás. Aunque se debe tener en cuenta que la precisión de estos programas dependerá primariamente de la persona que los esté utilizando.
- El buen funcionamiento y vida útil del anclaje dependerá de su debido cuidado, y de la manera en que se instale y se haga su regular inspección para prevenir altercados.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]<https://noticias.coches.com/consejos/cinturon-de-seguridad-partes-tipos/195299>
- [2] Celalettin Yuce, Fatih Karpat \*, Nurettin Yavuz and Gökhan Sendeniz .A Case Study: Designing for Sustainability and Reliability in an Automotive Seat Structure. Department of Mechanical Engineering, Uludag University, 16059 Bursa, Turkey.
- [3] U.M.-ECE Regulation No 14 (1992/03) Uniform Provisions Concerning the Approval of Seats of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of These Seats and Their Anchorage.
- [4]Hessenberger Klaus. Strength Analysis of Seat Belt Anchorage According to ECE R14 and FMVSS. Germany.
- [5] Department of Mechanical Engineering. SIMULATION AND VALIDATION OF AUTOMOTIVE SEAT USING THE REGULATION FMVSS 207/210. Karnataka,India. 2015.
- [6] Sándor Vineze-Pap, Zoltán Tatai. SIMULATIONS OF BUS-SEAT IMPACT TESTS ACCORDING TO ECE REGULATIONS. Hungary.
- [7] Naciones Unidas. FORO MUNDIAL PARA LA ARMONIZACIÓN DELA REGLAMENTACIÓN SOBRE VEHÍCULOS TERCERA EDICIÓN. Nueva York y Ginebra. 2012.
- [8] <https://www.ferrocortes.com.co/acero-sae-1020/>